



Moropol
computers



Pravder

design: Skala

Vol. 4, broj 2, veljača 2003.

Kako nabaviti računalo
kad su natječaji propali !?

MAŠKARADA

U ovom broju:

M. Jurin:

Uvodnik2

M. Ivanda, K. Furić:

Usavršavanje i razvoj

LPCVD procesa3

K. Brčić-Kostić:

Kolokvij HBD-a8

Đ. Ugarković:

Nagrada

Željko Trgovčević9

M. Čalić:

Vesela "blamaža"

subotnje večeri10

Proglas ATZH11

V. Markovinović:

Izložba male forme u

keramici12

Na naslovnici:

poruka naslovnice je
poticana fašnikom i
realnim problemom,
svaka sličnost je slučajna
- detaljnije na str. 8. -

impressum:

Znanstveno glasilo

Instituta "Ruđer Bošković"

Bijenčka c. 54, 10 002 Zagreb

tel: +385 (0)1 4561 111,

fax: 4560 084

e-mail: rudjer@rudjer.irb.hr

URL: <http://www.irb.hr>

Glavni urednik: *Mislav Jurin*

Tehnički urednik: *Karolj Skala*

Uredništvo: Velimir Bardek

Dunja Čukman

Koraljka Gall-Trošelj

Kata Majerski

Iva Melinščak-Zlodi

Tvrtko Smital

Jadranka Stojanovski

Digitalna obrada i izvedba:

Institut Ruđer Bošković

Grafički fakultet u Zagrebu

ISSN 1333-5693

UDK 061.6:5

Tisak: Kratis d.o.o.

Izlazi mjesečno u nakladi od 600

primjeraka uz financijsku potporu

Instituta Ruđer Bošković

Prethodni je broj Ruđera ukazao na nužnost novih stremljenja Instituta, s naglascima na učešće u dodiplomskoj a posebno poslijediplomskoj nastavi, te o poslovnom planu Instituta u smjeru komercijalizacije nekih od dostignuća. U ovom broju, upravo u navedenom kontekstu donosimo opsežan članak dr. sc. M. Ivande i suradnika (iz Instituta, Fakulteta elektronike i računarstva, te Medicinskog fakulteta) kojim predstavlja tehnologijsko-istraživačko-razvojni projekt: "Usavršavanje i razvoj LPCVD procesa" iz programa TEST Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske. U ovom su članku autori prikazali osnovne postavke o rastu tankih filmova kemijskom depozicijom iz plinske faze pod niskim tlakom (engl. Low Pressure Chemical Vapour Deposition - LPCVD). Navedena je metoda jedna od najvažnijih u suvremenim tehnologijama sinteze poluvodiča depozicijom različitih elemenata i spojeva sa velikim stupnjem čistoće. Metodu krase jednostavnost rukovanja, visoka pouzdanost operacija, velika brzina depozicije uz uniformnu debljinu sloja te visoku reproducibilnost. U Hrvatskoj je navedena metoda bila razvijena samo u nekadašnjoj tvornici poluvodiča RIZ-a. Prestankom njihovog rada ta tehnologija prenjeta je u Institut gdje je usvojena i dalje razvijana. Time je izvršen transfer znanja i tehnologije u Laboratorij za molekulsku fiziku našeg instituta pa se uz daljnje usavršavanje metoda koristi u razvoju novih proizvoda i tehnologija, razvijaju se novi mikroelektronički proizvodi, a uz to se ostvaruje prijenos znanja i tehnologije na mlade znanstvenike. Nadalje ova, 2003. godina označava i pedesetu obljetnicu razrješenja strukture DNA uz nastanak danas posve usvojenog termina dvostruke uzvojnice. Ovo je otkriće imalo ogroman utjecaj na razvoj molekularne biologije i biologije općenito.

Stoga je u organizaciji Hrvatskog biološkog društva održan prigodni kolokvij koji je bio posvećen akademiku Željku Trgovčeviću, koji je cijeli život proveo radeći u Institutu. O ovom važnom događaju piše dr.sc. K. Brčić-Kostić, učenik pokojnog akademika Trgovčevića. Nadalje nagradu Željko Trgovčević, koju dodjeljuje Hrvatsko genetičko društvo i Institut "Ruđer Bošković" (ustanovljenu 2001. godine) dobila je ove godine dr. sc. Ana Traven. za rad obavljen uglavnom u Institutu, a odnosi se na razumijevanje utjecaja funkcije mitohondrija u staničnim procesima, na regulaciju transkripcije eukariota, te na ulogu proteina iz obitelji retinoblastoma u transkripciji. O ovome je prigodni članak napisala dr. sc. Đ. Ugarković. Veljača je najkraći mjesec u godini, a obilježavaju ga i karnevalska događanja. I ovog su puta, već tradicionalno, u subotu 15. veljače, maskare bile u Institutu. O tome je i dobro ilustrirani prikaz a glavni pokretači i izvršioци su mladi znanstvenici. Kratki je prikaz napisala M. Čalić. Konačno, naš višegodišnji djelatnik, sada u mirovini, Dragutin Gluhak priredio je od 4. do 8 veljače, izložbu svojih radova - Male forme u keramici. Na otvorenju je govorila V. Markovinović, akad. slikarica, koja je napisala i prigodni tekst. U ovom broju donosimo vijesti o radu Znanstvenog vijeća, o radu Uredništva, te o izvještajima. Tu su i naše uobičajene rubrike o kadrovskim promjenama u Institutu.

Na kraju (iako je to zapravo na početku) uvjeren sam da će slika na naslovnici izazvati pozitivne reakcije, te da ćemo već u narednom broju o tome donijeti relevantne informacije.


Mislav Jurin
Glavni urednik

Došli u Institut tijekom veljače 2003.:

Branka Dejanović dipl. inž. kemije, Vedranka Hodak Kobasić dipl. inž. tehnologije, Marija Matković dipl. inž. kemije, Ines Petrić dipl. inž. biologije, Tanja Trošić dipl. inž. fizike.

Otišli iz Instituta tijekom veljače 2003.:

Lidija Starešinčić dipl. inž. biologije

Izbori u zvanja tijekom veljače 2003.,

mlađi asistent: Ines Petrić

viši asistent: Ranko Stojković, Ana Traven.

Disertacije izrađene u Institutu i obranjene tijekom veljače 2003.:

Helena Četković: Primarna struktura i filogenetska analiza tirozin-kinaza iz morske spužve *Suberites domuncula*, voditeljica V. Gamulin, obrana 07. 02. 2003.

Dijana Pavičić-Hamer: Aktivnost enzima ugljikove anhidraze u hlapa *Homarus gammarus* ujetovane promjenom osmokoncentracije morske vode, voditelji Č. Lucu i O. Springer (PMF), obrana 20. 02 2003.

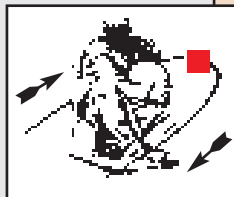
Ranko Stojković: Protutumorski učinak novosintetiziranih benzotiazolovih spojeva, voditelj M. Radačić, obrana 10. 02. 2003.

Natalija Topić Popović: Poticanje enzimskog sustava citokrom P450 u riba oksitetraciklinom i kombinacijom ormetoprim-sulfadimetoksin, voditelji P. Bowser (Cornell University, USA) i E. Srebočan (Veterinarski fakultet u Zagrebu), obrana 21. 2. 2003.

Diplomski radovi izrađeni u Institutu i obranjeni tijekom veljače 2003.:

Ivana Matanović: Teorijski pristup reakciji prijenosa vodika u acetilacetonu, voditelji T. Živković i N. Došlić, obrana 28. 02. 2003.

Nikolina Škrobot:
Utjecaj mutacije
recBD1080A na konjugacijsku rekombinaciju bakterije *Escherichia coli* u prisutnosti proteina Gam, voditelj K. Brčić-Kostić, obrana 06. 02. 2003.



Predstavljanje tehnologijsko-istraživačko-razvojnog projekta: "Usavršavanje i razvoj LPCVD procesa" iz programa TEST Ministarstva znanosti i tehnologije



M. Ivanda¹, K. Furić¹, P. Biljanović², S. Musić¹, M. Gotić¹,
O. Gamulin³ i H. Gebavi¹

¹Institut "Ruđer Bošković,
P.O.Box 180, 10002 Zagreb, E-Mail:
ivanda@rudjer.irb.hr

²Fakultet elektrotehnike i računarstva,
Unska 3, 10000 Zagreb

³Medicinski fakultet,
Šalata 3, 10000 Zagreb



Sažetak - Rast tankih filmova kemijskom depozicijom iz plinske faze pod niskim tlakom (engl. Low Pressure Chemical Vapour Deposition, LPCVD), jedna je od najvažnijih metoda depozicije tankih filmova i predstavlja temelj modernih tehnologija. Razlozi široke primjene LPCVD metode u zadnja dva desetljeća leži prvenstveno u mogućnosti deponiranja različitih elemenata i spojeva na relativno niskim temperaturama, u obliku amorfnih i polikristalnih filmova, sa velikim stupnjem uređenosti i čistoće. Metodu karakterizira jednostavno rukovanje i održavanje, visoka pouzdanost operacija, velika brzina depozicije, uniformna debljina sloja i visoka reproducibilnost. Zbog svega toga ova je metoda našla široku primjenu kod depozicije tankih filmova u poluvodičkoj industriji. U Hrvatskoj LPCVD metoda je postojala samo u nekadašnjoj tvornici poluvodiča RIZ. Uz podršku bivših djelatnika tvornice kao i podrške Ministarstva znanosti i tehnologije, ova tehnologija je prenešena na Institut "Ruđer Bošković", gdje je usvojena i dalje usavršena. U okviru ovog rada biti će izložene osnovne postavke LPCVD metode, kao i koncepcija razvoja novih proizvoda - polisilicijskog termičkog grijača i nanosilicijskog lasera, temeljenih na tehnologiji depozicije tankih filmova.

I. UVOD

Već duže vrijeme poluvodička industrija je jedan od najbrže rastućih sektora u svijetu, a isto tako smatra se da će zadržati ključnu poziciju u budućnosti. Poluvodičke komponente proizvode se u kompleksnim postrojenjima čija izgradnja je vrlo skupa. Tako npr. cijena postrojenja veličine 100x100 m² u 2002. godini je iznosila 2 milijarde dolara. Uzevši u obzir da se ova investicija u pravilu vraća već za dvije godine i da u postrojenju radi oko 330 ljudi (u prosjeku zaposlen je jedan čovjek na 30 m²), možemo lako izračunati da godišnja zarada po zaposleniku iznosi oko 3 milijuna dolara. Ovaj jednostavni račun ilustrira visoku profitabilnosti poluvodičke industrije i

ukazuje na činjenicu njenog velikog utjecaja na rast bruto društvenog proizvoda (BDP). Naime ekonomske analize i statistika su pokazale da je rast BDP-a strogo koreliran s dimenzijom proizvoda kojeg je neka država u stanju proizvesti. Strategija svake države bi stoga trebala biti razvoj znanosti i tehnologije koji vode k razvoju sve manjih i sve složenijih proizvoda. Zadnjih nekoliko godina, usporedo s razvojem novih mikroprocesora i memorija, u okviru poluvodičke industrije otvara se novi sektor koji tehnološki nije toliko zahtjevan. Radi se o korištenju starije tehnologije u području skale integracije do 1 μm u razvoju i proizvodnji mikro-elektroničko-mehaničkih sistema (MEMS), poluvodičkih senzora, te integriranih optoelektroničkih komponenti. Za razvoj i proizvodnju u ovom sektoru nisu nužna velika ulaganja, tako da je ovu komponentu poluvodičke industrije moguće razvijati i u malim zemljama poput Hrvatske.

Postavlja se pitanje koji položaj ima Hrvatska u takvim okolnostima? Poluvodička industrija u Hrvatskoj je postojala samo u nekadašnjoj Tvornici poluvodiča RIZ (Radio Industrija Zagreb). Prestankom rada tvornice onemogućen je svaki daljnji rad na praktičnom razvoju novih mikroelektroničkih komponenti. Stručni kadar tvornice se rapršio tako da ga je nemoguće okupiti i stvoriti kritičnu masu koja bi omogućila pokretanje nekog od proizvodnih procesa. U ovome trenutku, čak ako bi i postojali zainteresirani ulagači u poluvodičkoj industriji, problem koji bi se odmah pojavio bio bi nedostatak kvalificiranih kadrova. Stoga, kao prvi korak u razvoju poluvodičkog sektora Hrvatske države treba biti osnivanje jednog ili više laboratorija iz područja mikroelektronike, gdje bi inženjeri fizike i inženjeri elektrotehnike i računarstva stjecali praktična znanja iz mikroelektroničke tehnologije. Jedan korak u tom smjeru je i naš pokušaj razvoja LPCVD procesa koji je opisan u ovom radu.

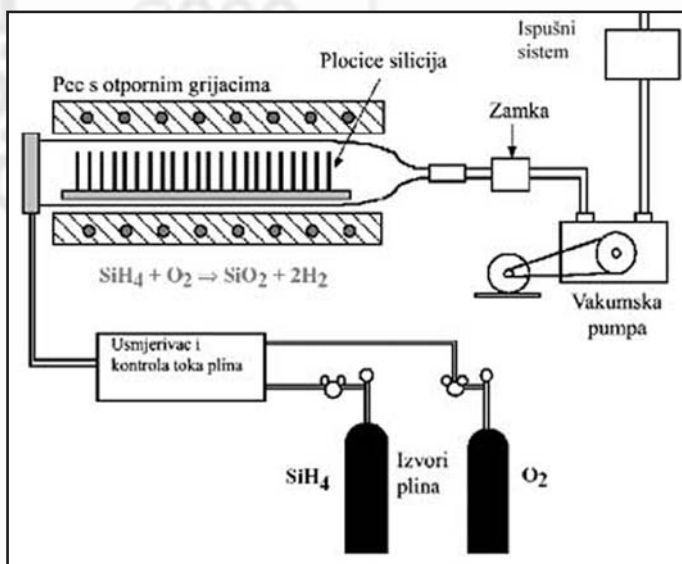
Nekadašnja Tvornica poluvodiča RIZ, u tadašnjem vlasništvu Croatia osiguranja, darovala je Laboratoriju za molekularnu fiziku komponente LPCVD reaktora. Uz podršku Ministarstva znanosti i tehnologije napravljene su nužne predra-

dnje za puštanje uređaja u pogon (izbor prostora, provjera ispravnosti pojedinih komponenti, itd). Isto tako je početkom 2002. godine Ministarstvo znanosti i tehnologije prihvatilo naš projekt "Usavršavanje i razvoj LPCVD procesa". Projekt se financira u okviru programa tehnološkog razvoja Hrvatske "HITRA", i potprograma "TEST". Projektom bi se trebao ostvariti prijenos tehnologije za proizvodnju mikroelektroničkih komponenti koji je postojao u Tvornici poluvodiča RIZ na Institut "Ruder Bošković" gdje bi se mikroelektronička tehnologija usvojila i nastavila razvijati. Postojeće istraživačke metode Laboratorija za molekulsku fiziku (LMF), gdje je uređaj smješten, primjenile bi se za strukturna i optička istraživanja deponiranih slojeva. Usvajanjem LPCVD tehnologije otvorile bi se mogućnosti za razvoj novih originalnih proizvoda kao što su polisilicijski termički grijač i polisilicijski termički senzor.

U okviru prve faze projekta (2002.g.) nabavili su se radni plinovi, kao i odgovarajući pribor i instrumentacija za pripremu, depoziciju i karakterizaciju tankih filmova. Trenutno se rade probne depozicije amorfnog silicija (a-Si), polisilicija (p-Si), silicijevog dioksida (a-SiO₂), te borom i fosforom dopiranog polisilicija. Karakterizacija dobivenih slojeva vrši se Ramanovom, infracrvenom i apsor./refleksijskom spektroskopijom, fotoluminescencijom, pretražnom elektronskom mikroskopijom, te električnim mjerenjima. U drugoj fazi projekta (2003.-2004.g.) predviđena je izrada polisilicijskog termičkog elementa - grijača i senzora. Ovaj dio projekta radio bi se u suradnji s grupom prof. P. Biljanovića, FER, gdje bi se pored električnih i termičkih mjerenja radilo na optimizaciji elektroničkog sklopa vezanog za rad ovih termičkih elementa.

II. IZRADA LPCVD UREĐAJA

Depozicija dielektričnih i polisilicijskih filmova se intenzivno koristi u proizvodnji različitih mikro-elektroničkih komponenti. Od depozicijskih procesa koriste se kemijska depozicija iz pare (engl. Chemical Vapour Deposition, CVD) koja se može odvijati pod atmosferskim tlakom (engl. Atmospheric Pressure, APCVD), pod niskim tlakom (engl. Low Pressure, LPCVD) i uz podršku plame (engl. Plasma Enhanced, PECVD), te fizička depozicija iz pare (engl. Physical Vapour Deposition, PVD) koja se može odvijati evaporacijskim



Sl.1. Shematski prikaz LPCVD uređaja

tehnikama, rasprašanjem i epitaksijalnim rastom molekularnim snopovima.

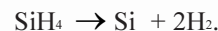
U odnosu na navedene procese LPCVD metoda omogućava relativno jednostavno kreiranje novih materijala sa širokim rasponom točne kontrole stehiometrijskog sastava i strukture sloja. Pored toga metodu karakterizira jednostavno rukovanje, visoka pouzdanost operacija, jednostavno održavanje, velika brzina depozicije, uniformna debljina sloja i visoka reproducibilnost. Zbog toga je ova metoda našla široku primjenu za depoziciju tankih filmova u poluvodičkoj industriji kao i u depoziciji tvrdih presvlak u metaloprerađivačkoj industriji.

Glavna razlika kod deponiranja pri niskom tlaku u odnosu na deponiranje kod atmosferskog tlaka je u različitom odnosu brzine transporta mase i brzine reakcije na površini. Kod normalnog atmosferskog tlaka, te brzine su približno istog reda veličine. Dok brzina transporta mase ovisi uglavnom o koncentraciji reaktanta, difuziji i debljini graničnog sloja, brzina reakcije na površini ovisi uglavnom o koncentraciji reaktanta i temperaturi. Kako je difuzija plina obrnuto proporcionalna tlaku, ona će se povećati ~ 1000 puta ako se pritisak snizi s atmosferskog na ~ 100 Pa. Plin nosilac više nije potreban, substrati se mogu približiti, a deponirani film pokazuje poboljšanje uniformnosti i strukturne cjelovitosti. Najuspješniju primjenu LPCVD metode nalazimo u deponiranju polisilicija iz SiH₄ u temperaturnom području 600-660 °C i SiO₂ filma iz SiH₂Cl₂ na 900 °C.

Shematski prikaz LPCVD uređaja prikazan je na slici 1. Osnovu uređaja čini kvarcna cijev uložena u spiralni grijač. Cijev se evakuira na tlak od 0.1 Pa i grije na željenu temperaturu do 1000 °C. Točnost kontrole temperature je 1 °C. Proces depozicije počinje ulaskom radnog plina u cijev pri čemu se formira dinamički radni tlak 10-1000 Pa. Radni plin koji se u pravilu sastoji od plina za razrijeđivanje i reaktivnog plina nakon ulaska se raspršuju unutar cijevi, te prolazi iznad toplih substrata (pločice silicija, kvarca ili nekog drugog materijala) koji miruju na kvarcnom nosaču pločica. Kritični faktori koji utječu na uniformnost debljine i sastava filma su položaj substrata, temperaturni profil u zoni depozicije, geometrija reaktora i konfiguracija izlaza. Kontrola procesa se postiže temperaturom reaktora, vremenom depozicije, radnim tlakom, te količinom i sastavom svih plinova ili para koje ulaze u reaktor. Za kemijsko taloženje iz pare koriste se kemijske reakcije kao što su:

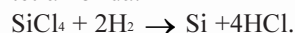
- Piroliza ili termičko razlaganje

Ova reakcija se javlja u većini sustava uslijed djelovanja tople površine podloge. Za ovaj tip reakcije su pogodni organo-metalni spojevi i hidridi, a djelomično su pogodni metal-hidridi. Tipična reakcija je:



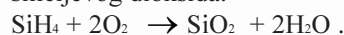
- Redukcija

U ovim reakcijama uglavnom se vodik upotrebljava kao reducens. Najpoznatija reakcija je deponiranje silicija iz silicij tetraklorida:



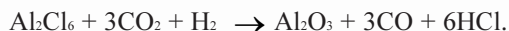
- Oksidacija

Primjer ove reakcije je oksidacija silana u procesu dobivanja silicijevog dioksida:



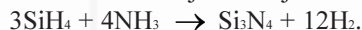
- Hidroliza

Za ovaj tip reakcije dobar je primjer taloženje polikristalnog Al₂O₃ iz Al₂Cl₆, CO₂ i H₂:



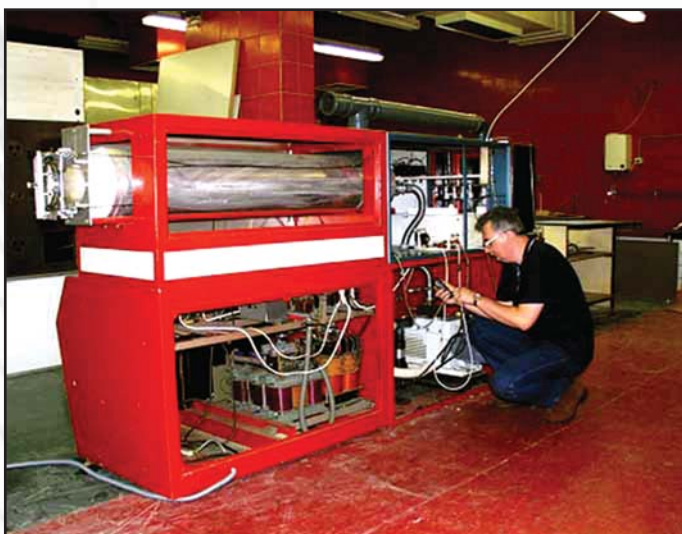
Depozicija nitrida

Nitridi se dobivaju reakcijom nitridacije ili amonolizom:



Mogu se upotrebljavati i reakcije sinteze za grupe III-V i II-VI periodnog sustava elemenata, kao i kemijske reakcije prijenosa i kombinirane reakcije preko metalnih hidrida. Za poluvodičku industriju naročito je važno dobivanje epitaksijalnog i polikristalnog silicija na substratu, a kao izvori silicija koriste se: silan SiH_4 , klorsilani SiH_3Cl , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , i silicijev tetraklorid SiCl_4 .

Slika 2 prikazuje LPCVD uređaj na Institutu "Ruđer Bošković" u procesu izgradnje. Slika 3 prikazuje gotov uređaj s kojim su već napravljene probne depozicije filmova a-Si, poli-Si i a-SiO₂.



Sl. 2. LPCVD u izgradnji



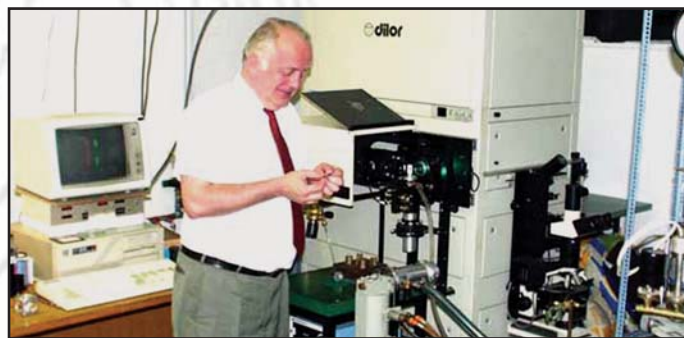
Sl. 3. LPCVD uređaj pred prvu depoziciju

III. METODE KARAKTERIZACIJE

Jedna od temeljnih metoda za karakterizaciju tankih filmova je Ramanova spektroskopija. Slika 4 prikazuje Dilor Z-24 Ramanov spektrometar s tri monokromatora koji se nalazi u Laboratoriju za molekulska fiziku od 1986. godine. Uređaj se pokazao vrlo korisnim za strukturna istraživanja organskih i anorganskih materijala, te je na njemu do sada objavljeno više od 100 publikacija u okviru baze "Current Content". S obzirom na to da mu se približava dvadeseta godišnjica bespriekornog rada, javlja se potreba za nabavom novog, bržeg i efikasnijeg uređaja. Na spektrometar je vezan i Olympus mikroskop BH-3 koji fokusira pobudnu lasersku zraku na promjer od 0.5 μm , te na taj način omogućava istu takvu površinsku rezoluciju kod snimanja Ramanovih spektara.

Drugi kapitalni uređaj LMF-a je pretražni elektronski mikroskop JEOL T-300 s rezolucijom od 7 nm (slika 5). Na mikroskop je naknadno ugrađena mogućnost digitalizacije slike. Uređaj je kao poklon dobiven od nekadašnje Tvornice poluvodiča RIZ. U međuvremenu, za potrebe pretražne elektronske mikroskopije nabavljen je i naparivač ugljika za električki slabo vodljive uzorke. U postupku nabave je i elipsometar tvrtke Gaertner L126-B s dvije laserske pobude (sl. 6) koji omogućava mjerenje dielektrične konstante i debljine tankog sloja s točnošću od ± 0.1 nm. Pored navedenog, laboratorij još raspolaže instrumentima:

- naparivač za metalne kontakte VARIAN
- kriostat s zatvorenim krugom helija (10-300 K),
- kriostat s tekućim dušikom (70-650 K),
- peć za visoko-temperaturna *in situ* mjerenja (300-1600 K)
- peć za visoke-temperaturno sinteriranje i termičko napuštanje (300-2000 K)
- nekoliko Keithley piko - ampermetara
- uređaj za vezanje električnih kontakata
- interferencijski mikroskop Zeiss



Sl. 4. Ramanov spektrometar



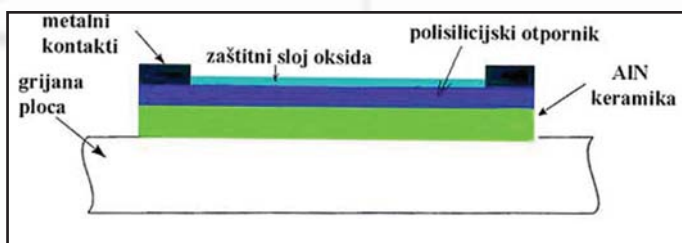
Sl. 5. Pretražni elektronski mikroskop



Sl. 6. Elipsometar

IV. POLISILICIJSKI GRIJAČ

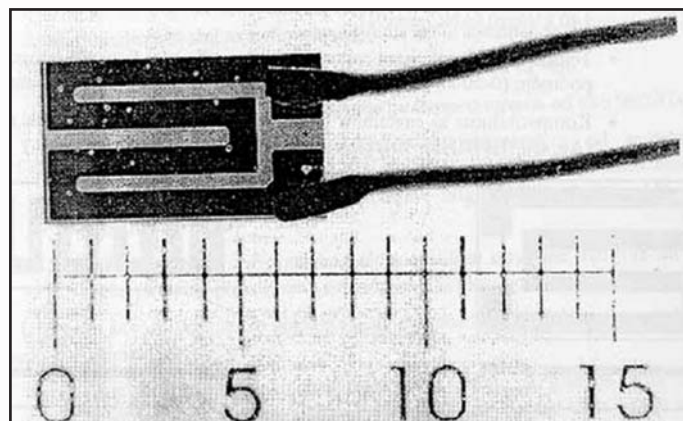
Polisilicijski grijač i temperaturni senzor predstavljaju primjenu poluvodičke tehnologije u elektrotermiji. Primjenom jednostavnog načela otpornog grijača i senzora kao i suvremenih metoda mikroelektronike u nanašanju i dopiranju polisilicijskih slojeva, moguće je napraviti grijače i senzore s naprednim svojstvima. P. Bilanović, Z. Bendeković i B. Zoričić definirali su polisilicijski grijači element još 1984. godine. Opis izvedbe i način rada polisilicijskog grijača je dan u patentu "Silicijev poluvodički grijači element" [1]. Ovaj grijač koristi monokristalni silicij kao aktivni dio. U nekadašnjoj Tvornici poluvodiča RIZ izrađeni su prvi takovi grijači, ispitane su njihove električne i toplinske karakteristike, te su nastavljena istraživanja na njihovom razvoju. Kao rezultat dobivena je poboljšana varijanta grijača i temperaturnog senzora koja je patentirana kao "Silicijev grijači element" [2]. Također, izum je zaštićen i u svijetu patentom "Silicon Heating Element" [3]. Teorijska istraživanja i razvoj na ovoj problematici nastavljena su do danas na Zavodu za elektroniku, mikroelektroniku, računalne i inteligentne sustave FER-a, te su rezultirala izradom desetak diplomskih radova, nekoliko magistarskih radova i nekoliko znanstvenih radova. Prestankom rada tvornice poluvodiča onemogućen je daljnji razvoj i praktična realizacija termičkih elemenata. Usvajanjem i daljnjim razvojem LPCVD metode na Institutu "Ruđer Bošković" nastavlja se rad na razvoju termičkih elemenata koji bi na kraju trebali dovesti do komercijalnog proizvoda s integriranim grijačem i temperaturnim senzorom.



Sl. 7. Shema polisilicijskog grijača

Shematski prikaz polisilicijskog grijača je prikazan na slici 7. Na pločicu aluminij nitrida (AlN) nanese se polisilicij visoko dopiran borom. S druge strane nanese se zaštitni sloj SiO₂, te se ugrade kontakti. Uslijed električnog otpora sloj dopiranog

polisilicija se grije. Sloj AlN koji je dobar vodič topline a loš vodič električne struje, prenosi generiranu toplinu na željenu podlogu koja se na taj način grije.



Sl. 8. Izgled gotovog grijača
(skala je u milimetrima)

Izgled gotovog grijača prikazan je na slici 8. Komparativne prednosti ovakvog grijača u odnosu na postojeće grijače na tržištu su:

- male dimenzije,
- **brzi termički odziv** s mogućnošću programiranja,
- gustoća toplinskog toka od **200 W/cm²** što je do **10 puta veća** vrijednost u usporedbi s do sada poznatim grijačima.
- visoka radna temperatura od **650 °C**

Mogućnosti primjene polisilicijskog grijača su gotovo neograničene, najpogodniji je kod preciznog grijanja malih površina i objekata kakvi se često nalaze u mjernoj i laboratorijskoj opremi:

- znanstvena oprema (grijač s temperaturnim senzorom za kriostate, grijač za plinsku kromatografiju)
- medicinska oprema (sterilizatori)
- poluvodička industrija (termički printeri, uređaji za fotokopiranje) prehrambena industrija (zavarivanje plastike kod pakiranja), itd.

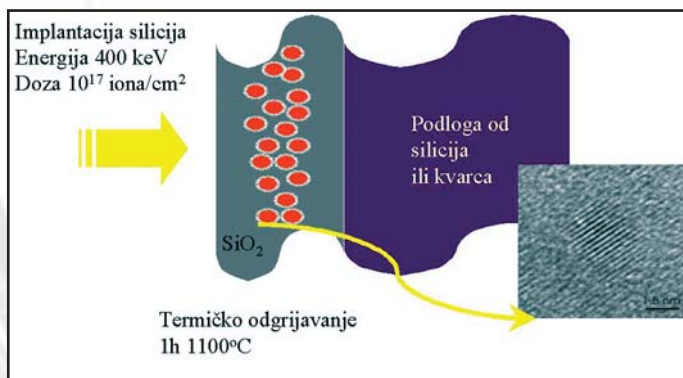
V. NANOSILICIJSKI LASER

Silicij kao poluvodič s indirektnim optičkom procjepom je slab svjetlosni emiter, te je stoga smatran nepovoljnim za primjenu u optoelektronici. Otkriće svjetlosne emisije na poroznom siliciju [4] potaknulo je mnogobrojna istraživanja ka njegovoj mogućoj primjeni. Međutim, zbog još uvijek nedovoljne efikasnosti emisije svjetlosti ovaj materijal još nije našao praktičnu primjenu. Nedavno, otkrićem efekta svjetlosnog pojačanja na silicijskim nano-kristalima ugrađenim u kvarcno staklo [5], ovaj materijal ponovo privlači pažnju zbog moguće izrade silicijevog lasera koji bi mogao biti od velike važnosti u optoelektronici.

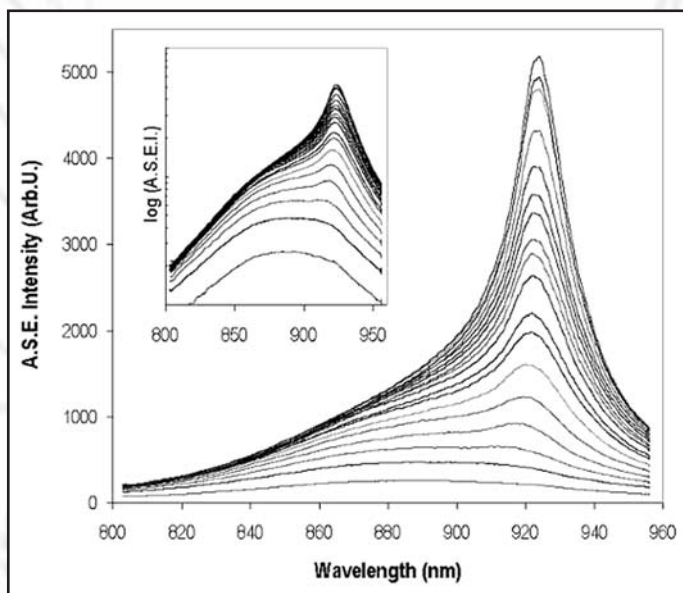
Nanokristale silicija moguće je dobiti ionskom implantacijom i depozicijskim tehnikama. Kod ionske implantacije, visoko energetski ioni silicija padaju na površinu kvarcne pločice do dubine od 1 μm. Termičkim napuštanjem na temperaturama oko 1000 °C, formiraju se nanokristali silicija (slika 9).

U nedavno objavljenom radu [6] pokazali smo da postoji efekt pojačanja spontane svjetlosne emisije na sistemu Si nanočesti-

ca dobivenom 400 keV implantacijom. Veličina nanočestica u ovom slučaju bila je 5-6 nm. Pojačana spontana emisija (engl. Amplified Spontaneous Emission - A.S.E.) mjerena je tzv. VSL (engl. Variable Strip Length) metodom, daje faktor neto pojačanja od 33 cm^{-1} . Slika 10 prikazuje eksponencijalni rast intenziteta na 922 nm sa povećanjem dužine pobuđenog područja mjereno VLS metodom. Spektr s najmanjim intenzitetom je dobiven s dužinom pobuđenog područja od $100\text{ }\mu\text{m}$, a kod svakog daljnjeg spektra je dužina je povećavana za dodatnih $100\text{ }\mu\text{m}$. Uz ovakvo pojačanje spontane emisije već bi se mogao napraviti laser, međutim za njegovu izradu potreb-

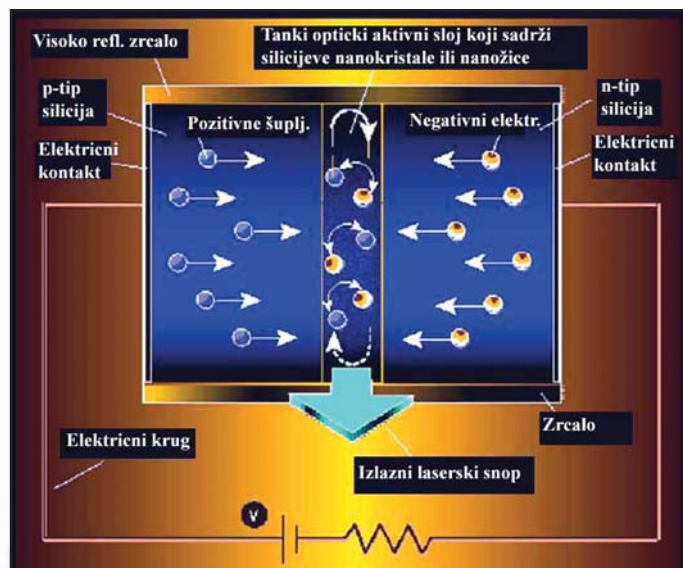


Sl. 9. Formiranje nanokristala silicija u kvarcu metodom implantacije



Sl. 10. Pojačanje spontane emisije svjetlosti (A.S.E.) na 922 nm mjereno tzv. VLS metodom.

ni su elementi shematski prikazani na slici 11. Elektroni i šupljine iz područja p i n-tipa se rekombiniraju na nanokristalima silicija u tankom optički aktivnom sloju. Zbog efekta optičkog pojačanja, te višestruke refleksije na zrcalima došlo bi do stimulirane emisije svjetlosti. Metodom LPCVD-a moguće je deponirati tanki optički sloj koji sadrži nanokristale silicija, p i n-dopirani silicij, kao i visoko reflektivna zrcala. Temeljna istraživanja u ovom području, kao i eksperimentalni rad na razvoju nano-silicijskog lasera biti će jedan od naših prioriteta kod primjene LPCVD metode u narednom periodu.



Sl. 11. Shematski prikaz mogućeg nanosilicijskog lasera

VI. ZAKLJUČAK

Ovim radom ilustrirali smo postupak usvajanja i razvoja LPCVD metode na Institutu "Ruđer Bošković" kao i njezinu primjenu u razvoju novih poluvodičkih uređaja. Projekt razvoja LPCVD metode je višestruko koristan zbog:

- a) transferom znanja i tehnologije iz nekadašnje Tvornice poluvodiča RIZ sačuvala se je, usavršila i nastavila razvijati LPCVD metoda koja trenutno u Hrvatskoj ne postoji,
- b) u Laboratoriju za molekularnu fiziku, koji ima dobro razvijene metode karakterizacije, otvorile su se nove mogućnosti primjene ove metode u razvoju novih proizvoda i tehnologija,
- c) ostvaruje se prijenos znanja i tehnologije na mlade znanstvenike,
- d) razvijaju se novi mikroelektronički proizvodi.

LITERATURA

- [1] P. Biljanović, Z. Bendeković, B. Zorčić, "Silicijev poluvodički grijači element", patent, Savezni zavod za patente, br. 14743, 28.06.1985.
- [2] Z. Bendeković, P. Biljanović, B. Zorčić, "Silicijev grijači element", patent, Savezni zavod za patente, br. 2471, 27.12.1989.
- [3] P. Biljanović, Z. Bendeković, B. Zorčić, "Silicon Heating Element", Patent, World Intellectual Property Organization, WO 91-10336, Geneve, 11.07.1991.
- [4] L.T. Canham, Appl. Phys. Lett. vol. 57, p.1045, 1990.
- [5] L. Pavesi, L. Dal Negro, C. Mazzoleni, G. Franzo, F. Priolo, Nature (London) vol. 408, p. 440, 2000.
- [6] M. Ivanda, U.V. Desnica, C. W. White and W. Kiefer, Experimental Observation of Optical Amplification in Silicon Nanocrystals, NATO SCIENCE SERIES VOLUME: ARW 79119, Towards the First Silicon Laser, EDITOR(S): L. Pavesi, KLUWER ACADEMIC PUBL., prihvaćeno za publ. (u tisku).



KOLOKVIJ

HRVATSKOG BIOLOŠKOG DRUŠTVA POVODOM 50-TE OBLJETNICE RAZRJEŠENJA STRUKTURE DNA (POSVEĆEN AKADEMIKU ŽELJKU TRGOVČEVIĆU)

U organizaciji Hrvatskog biološkog društva, od 25.-27. veljače 2003. na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-Matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održan je kolokvij povodom 50-te obljetnice razrješenja strukture DNA, a posvećen je prerano preminulom akademiku Željku Trgovčeviću (1939.-2000.). Nakon pozdravne riječi organizatora dr. sc. Krunoslav Brčić-Kostić održao je kratko izlaganje o životu i djelu akademika Željka Trgovčevića. Zatim je akademik Željko Kućan prikazao događaje koji su doveli do razrješenja strukture DNA i nastanka danas posve uobičajenog termina "dvostruka uzvojnica". U časopisu Nature 1953. godine je objavljen rad u kojem je predložena struktura DNA, a čiji su autori James D. Watson i Francis Crick. Pored Watsona i Cricka, zaslužni za predloženi model DNA su i Maurice Wilkins i Rosalind Franklin koji su napravili strukturnu analizu difrakcijom X-zraka na molekuli DNA, te Erwin Chargaff koji je otkrio omjere baza u DNA, t.j. da su omjeri adenin:timin, gvanin:citozin, te purini:pirimidini jednaki jedinici. Otkriće strukture DNA je povežalo tri do tada neovisna područja istraživanja u molekularnoj biologiji: genetička istraživanja čiji su glavni protagonisti bili Salvador Luria i Max Delbruck, biokemijska koju su predstavljali Oswald Avery i Erwin Chargaff i strukturalna ili biofizička koju su zastupali Linus Pauling i William T. Astbury. Za ovo važno otkriće Watson, Crick i Wilkins su dobili Nobelovu nagradu za medicinu i fiziologiju 1962. godine.

Budući da je to otkriće imalo ogroman utjecaj na razvoj molekularne biologije i biologije uopće, u slijedeća dva dana predavači su govorili o različitim aspektima molekularne biologije i njoj srodnih disciplina. Tako je prof. dr. sc. Vladimir Delić govorio o pojavi metodologije rekombinantne DNA i njenoj primjeni u znanstvenim istraživanjima i u biotehnologiji. Dr. sc. Miroslav Plohl je održao predavanje o genskim i negenskim sekvencama DNA u eukariotskom genomu, a akademik Milan Meštrović o ekologiji. Zatim su slijedila predavanja akademikkinje Sibile Jelasko o utjecaju metoda kulture tkiva i stanica na razvoj biljne biologije, te dr. sc. Srećka Jelenića o transgenim organizmima u svakodnevnom životu. Zadnjeg dana je prof. dr. sc. Josip Balabanić govorio o evoluciji, a prof. dr. sc. Darko Polšek o ulozi biologije u sociologiji. Kolokvij je završio okruglim stolom na temu: "Biologija - pogled u budućnost". Ovaj izuzetno uspješni kolokvij Hrvatskog biološkog društva oživio je sjećanje na život i djelo našeg velikog molekularnog genetičara akademika Željka Trgovčevića. Željko Trgovčević se

vrlo rano uključio u molekularno-genetička istraživanja koja su u Hrvatskoj započela prije 45 godina u laboratoriju dr. sc. Branimira Miletića. Osim postdoktorske specijalizacije na Yale University u SAD, te nekoliko kraćih boravaka u nekim europskim laboratorijima, čitav radni vijek je proveo na "Ruđeru". Kao što je spomenuto, došao je u laboratorij za celularnu radio-biologiju 1963. godine koji je vodio dr. sc. Branimir Miletić. Znanstveni interes tog laboratorija je bila nasljedna tvar t.j. DNA, a eksperimentalni organizam crijevna bakterija *Escherichia coli*. Akademik Trgovčević se bavio proučavanjem osnovnih funkcija DNA (popravak DNA, homologna rekombinacija, replikacija i degradacija DNA). Osim fundamentalnih istraživanja, kao liječnik je zaslužan i za uvođenje metodologije rekombinantne DNA u medicinsku epidemiologiju. Akademik Trgovčević je bio i veliki učitelj. Kao redoviti profesor predavao je molekularnu genetiku na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu pa je generacije studenata uveo u svijet molekularne biologije. Djelo akademika Trgovčevića nije zaboravljeno. Kao potvrda tome je i dodjeljivanje nagrade za mlade istraživače iz područja molekularne biologije koja nosi njegovo ime.



Na naslovnici:

Zbog propisanog načina ugovaranja nabave računala koji isključuje tržišnu utakmicu tijekom godine IRB gubi značajni dio sredstava namijenjenih za tu svrhu. A kad propadne natjecaj onda nastane i blokada nabave i rada...

NAGRADA ŽELJKO TRGOVČEVIĆ ZA 2002. GODINU



Dr.sc. Ana Traven, znanstvena novakinja i viša asistentica u Zavodu za molekularnu genetiku Instituta "Ruđer Bošković" dobitnica je Nagrade Željko Trgovčević za 2002. godinu. Ova nagrada je ustanovljena 2001. godine, a zajednički je dodjeljuju Hrvatsko genetičko društvo i Institut "Ruđer Bošković". Posvećena je uspomeni na akademika Željka Trgovčevića, jednog od osnivača Zavoda za molekularnu genetiku IRB-a i višegodišnjeg predsjednika Hrvatskog genetičkog društva, kao zahvala za njegov doprinos razvoju molekularne biologije u Hrvatskoj. Nagrada se dodjeljuje mladim istraživačima (do 35 godina) u području molekularne biologije za vrijedan znanstveni rad. Vrijednost rada kandidata se ocjenjuje na temelju znanstvenih radova objavljenih u vodećim znanstvenim časopisima iz područja molekularne biologije.

Dobitnica za 2002. godinu, dr.sc. Ana Traven diplomirala je na studiju molekularne biologije u Zagrebu 1997. godine. Od 1998. god. radi u Laboratoriju za gensku regulaciju Zavoda za molekularnu genetiku IRB-a gdje je magistrirala 2001.g., a doktorirala 2002. godine. Magistarski i doktorski rad je napravila pod vodstvom dr.sc. Mary Sopta. Nagradu je dobila za rezultate objavljene u tri znanstvena rada. Prvi rad pod nazivom "Interor-

ganellar communication", objavljen u časopisu *J. Biol. Chem.*, predstavlja važan doprinos razumjevanju utjecaja funkcije mitohondrija na stanične procese. U ovom radu je korištena tehnologija "microarray-a", a eksperimentalni dio rada napravljen je u suradnji sa Sveučilištem u Torontu. Ana Traven je samostalno osmislila i eksperimentalno izvela čitav projekt, te savladala novu tehnologiju "microarray-a" i razvila solidno razumjevanje bioinformatičke analize eksperimentalno prikupljenih podataka. Drugi rad je objavljen u časopisu *Nucleic Acids Res.*, a posvećen je analizi uloge kvašćevog proteina Xtc1 u regulaciji transkripcije ovisne o RNA polimerazi II. Rad predstavlja originalan znanstveni doprinos u području regulacije transkripcije eukariota i u potpunosti je napravljen u IRB-u. U trećem radu, objavljenom u časopisu *J. Biol. Chem.*, pojašnjava se uloga proteina iz obitelji retinoblastoma u transkripciji u heterolognom sustavu kvasca. Rad je eksperimentalno opsežan i zahtijevao je konstrukciju i analizu velikog broja mutanata kako bi se objasnio mehanizam djelovanja ove proteinske porodice. Rad je također u potpunosti napravljen u Institutu "Ruđer Bošković".

GODIŠNJI IZVJEŠTAJ

Ove je godine prikupljanje materijala za godišnji izvještaj, za 2002. godinu, počelo, izgleda, na vrijeme. Urednički se odbor nada da će uskoro imati sve materijale u rukama. Ove se godine radi o opsežnijem poslu nego ranijih godina. Naime, uz do sada uobičajeni godišnji izvještaj, koji će ove godine biti na disketi, biti će i knjiga o Institutu na engleskom jeziku koja bi nas, uz prigodne tekstove i fotografije, predočila svima zainteresiranim u svijetu. Tijekom priprema navedene knjige biti će sigurno i niz potrebnih konzultacija sa pojedinim djelatnicima kako bismo bili što učinkovitiji i jasniji.



Institutu ili izvan njega, ili se bave problematikom od našeg šireg interesa. Animiranje ovih autora, u načelu, vrši glavni urednik. Međutim, što nas posebno veseli, u posljednje vrijeme članovi Instituta sami dostavljaju članke za moguće objavljivanje.

Autor, često uz prethodnu najavu, dostavi članak, u pravilu glavnom uredniku putem e-maila jurin@irb.hr. Urednik pomno pročita članak te eventualne nejasnoće ili nedoumice raspravi s autorom. Potom rad daje na uvid svim članovima Uredništva također putem e-maila. Članovi, u načelu, promptno reagiraju, te, uglavnom, uz određene prijedloge u smislu pojašnjenja, dopuna ili preinaka, rad bude prihvaćen.

KAKO PRIPREMAMO NAŠE GLASILO

Na sastancima Uredništva raspravlja se o temama koje bi trebalo objaviti u *Ruđeru*. To se obično odnosi na brojeve koji bi trebali izaći za nekoliko mjeseci. Naravno da aktualne teme imaju apsolutni prioritet. Razmatra se tko bi mogao pisati o navedenoj problematici pa odabranu osobu, ukoliko to nije netko iz Uredništva, kontaktiramo - to uglavnom radi glavni urednik. Povremeno, kao što ste vidjeli, objavljujemo priloge autora izvan Instituta koji su održali zanimljivo predavanje, u

SJEDNICA ZNANSTVENOG VIJEĆA

Na 4. sjednici Znanstvenog vijeća Instituta "Ruđer Bošković" održanoj 13. veljače

2003. godine bez veće rasprave prihvaćeni su i istim danom stupili na snagu:

- Pravilnik o postupku izbora u znanstvena i istraživačka zvanja
- Pravilnik o uvjetima izbora u znanstvena i istraživačka zvanja.

Vesela "blamaža" subotnje večeri

U subotu, 15. veljače, u kantini Instituta održan je još jedan u nizu maskenbala u organizaciji Mladih istraživača, sekcije Hrvatskog prirodoslovnog društva. Sedamdesetak različitih egzotičnih bića, vanzemaljaca, cvijeća, vještica, pripadnika raznih naroda i rasa te poznatih estradnih i književnih likova zabavljalo se te noći do ranih jutarnjih sati. Atmosferu je podigla zamjetna količina pića, grickalica i nezaobilaznih krafni, doniranih od strane ravnatelja Instituta. Hvala! Uz razne ritmove iz muzičke kolekcije DJ-a Shoore plesali su suncokret i pčela, indijanka i Elvis Presley, cigareta i žar, ninja i vještica, vampir i Pipi Duga Čarapa te zanosna i oblinama obdarena plavuša (čini se ipak muškog spola), a večer je kulminirala karaokama kad je svatko od prisutnih mogao pokazati koliko je (ne)talentiran u pjevanju poznatih hitova.

Bilo je teško odlučiti kome će pripasti brojne nagrade jer su mnoge maske bile vrlo originalne, a neke su ukazale i na aktualne probleme u hrvatskoj znanosti. Sarkastična grupna maska "brain drain" mladih fizičarki prikazala je odljev mladih, zgodnih i pametnih hrvatskih mozgova u zahodsku školjku čiji odvod završava negdje u Europi ili Americi. Nagrade za najbolje maske, dodijeljene od Paintball kluba "Gerila" iz Zagreba (www.paintball.hr), dobili su originalna srebrna trojka Besh-Tech (divovska žlica, viljuška i nož), cigareta i žar te suncokret. Priznanje je dodijeljeno i neustrašivom inspektoru Clouseauu, ali ovaj put ne za dete-



ktivske zasluge već za impresivan image. Slavni inspektor će stoga moći usavršiti svoje znanje i pod vodom s nagradom tečaja ronilačkog centra "Pongo" (www.dcpango.com). Janica Kostelić, najbolja kao i uvijek, moći će pokazati svoju zlatnu medalju ribicama, i to bez potrebnog položenog ronilačkog tečaja na "Pongo"-vom "discovery" uronu. Nagradu od 4 sata igranja bilijara za 4 osobe dodijelio je bilijarski salon "M" u Ilici; uređivanje dužine, oblika ili boje zapuštene znanstveničke kose poklonio je frizerski salon Antifriz u Zvonimirovoj, a foto studio "Tuškanac" iz prolaza Tuškanac dodijelio je 2 fotoaparata za jednokratnu upotrebu i 2 filma za obilježavanje uvijek zabavnog ponašanja uzrokovanog viškom etanola u krvi.

Tko se nije smijao u posljednje vrijeme imao je odličnu priliku to učiniti gledajući i slušajući karaoke show gdje su maskirani likovi pokušavali otpjevati njihove najdraže pjesme. U pomoć je povremeno priskakala odvažna Lara Croft koja je pokušala ublažiti tremu estradnim debitantima. Umirući od smijeha, publika nije marila da li je za uspjeh potreban dobar glas, koreografija ili pak hrabar nastup sa katastrofalnim pjevanjem. Cjelokupni koncertni događaj zabilježen je video kamerom i digitalnim fotoaparatom pa će uskoro Mladi istraživači organizirati projekciju pod nazivom "Blamage night" i pozvati sve zainteresirane da se prisjete ludog tuluma. Naravno, Mladi istraživači će se truditi i u budućnosti organizirati slične zabave i druženja mladih ljudi, a jedan susret se smišlja za toplije, proljetno-ljetne dane na zelenim prostorima Instituta Ruder Bošković. Nadamo se da se vidi-mo na IGRAMA BEZ GRANICA!

Na ovogodišnjem maskenbalu okupio se velik broj mladih znanstvenika aktivnih u sekciji, te ovim putem apeliramo na potrebu za prostorijom (malim, pa i najmanjim sobičkom) u sklopu Instituta gdje bi Mladi istraživači mogli ubrzati realizaciju svojih ozbiljnih i radnih ideja.



CROATIAN ACADEMY OF ENGINEERING

Članovi Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, okupljeni na Svečanoj skupštini održanoj 5. veljače 2003. g. u Zagrebu prigodom desete godišnjice osnivanja i djelovanja Akademije objavljuju ovaj

PROGLAS

Mi, članovi Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, znanstvenici, sveučilišni nastavnici, stručnjaci i eksperti u području tehničkih i biotehničkih znanosti, imajući na umu svoju misiju trajnog djelovanja na dobrobit svoje domovine Hrvatske, iskazujemo ovim dokumentom svoja htijenja za razdoblje koje dolazi:

1. Hrvatska mora biti svjesna da svoj opstanak valja tražiti u svjetskom društvu znanja, a to joj može ponajprije omogućiti znanstveni i stručni potencijal ostvaren vrsnim obrazovnim sustavom i znanstvenim radom. Poučavanje i mobilnost istraživača od izuzetne je koristi, a zasebno ističemo važnost stjecanja znanja tijekom postdiplomskog ili doktorskog studija u vrhunskim istraživačkim uvjetima i prostorima. Valja nam pozornost posvetiti mladima i njihovoj orijentaciji prema proizvodnji i obrazovanju na području tehničkih i biotehničkih znanosti.
2. Suvremene računalne, informacijske i komunikacijske tehnologije danas su temeljno sredstvo pomoću kojeg se mudrom i dobro organiziranom upotrebom naše društvo može prilagoditi novom duhu, u njemu djelovati i opstati. Potrebni su nam što domišljeniji odgoj i obrazovanje za informacijsko društvo i za gospodarstvo znanja, jer u razvijenom je svijetu u tijeku dematerijalizacija rada, što za posljedicu ima smanjenje tradicionalne radne snage. K tome se ljudski intelektualni rad sve više zamjenjuje radom inteligentnih ljudskih tvorevina.
3. Stvaranje istraživačke infrastrukture sve je važnije za napredak i primjenu znanosti, a izravno utječe na tehnološke inovacije i društvenu konkurentnost, pa pridonosi razvoju prilagodljivog, na znanju utemeljenog gospodarstva. U tom smislu posebice ističemo projekte izgradnje suvremene distribuirane računalne mreže CRO-GRID za usporednu primjenu računala i projekt centra za brzu izradu tvorevina (prototipova, kalupa i izradaka).
4. Temelj zdravog gospodarstva jest proizvodnja uz skrb o načelima održivog razvoja. Moramo ponajprije promišljeno sačuvati, zadržati ili razviti odabrana velika poduzeća, jer jedino se uz njih mogu razvijati mala i srednja poduzeća. Politiku olakšavanja djelovanja malih i srednjih poduzeća valja poduprijeti djelotvornim cjeloživotnim obrazovnim sustavom.
5. Iskustva stečena uspješnim pokretanjem i ostvarivanjem programa Hrvatski inovacijski tehnološki razvitak potrebno je mudro iskoristiti, pa daljnjim proširenjem pothvata stvoriti Hrvatsko inovacijsko područje. Tako će svi moći iskoristiti svoje talente, ideje i vještine, a stvaralačkim povezivanjem mašte, vještina i inovacijske sposobnosti ostvariti nove poslovne prilike i gospodarski uspjeh.
6. Hrvatska raspolaže nizom pretpostavki u korist prioritetnog podupiranja istraživanja i razvoja na području biotehničkih znanosti, s jasnim ciljevima koji će u konačnici dati proizvode za svjetsko tržište. Valja domišljeno i točno obavještavati javnost o prednostima razvitka biotehničkih znanosti i biotehnologije i o korisnim proizvodima što ih donose. Potrebno je osigurati potrebnu legislativu o uvođenju i primjeni biotehnologija, da bi se otklonila opasnost od ugrožavanja okoliša i stvorili preduvjeti za ulaganja u proizvodnju.
7. Potrebno je razvijati nove vrednote i norme ponašanja ljudi uz stvaranje svijesti da su u svojoj državi i da svako njihovo djelovanje utječe na kvalitetu života cjelokupne zajednice, jer ona je organizam s tisućama i milijunima malih i na prvi pogled nebitnih, ali ipak važnih djelovanja koja zajednicu čine životno sposobnom.

Članovi Akademije su u tom su smislu spremni odgovorno i aktivno surađivati sa sferama gospodarskog i političkog odlučivanja na svekolikim zadacima što stoje pred hrvatskom državom.



Juraj Božičević
Prof. dr. sc. Juraj Božičević
predsjednik Akademije

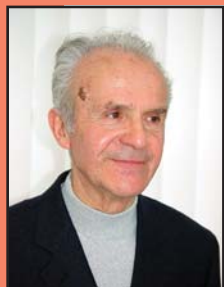
Na sastanku Tehnolojskog vijeća MZT-a je CRO GRID prihvaćen kao projekt od posebne važnosti za Hrvatsku. Inauguracija projekta će se održati na prigodnoj svečanosti. Veseli nas činjenica da je naša inicijativa tako uspješno prihvaćena i da u provedbi Institut dobiva značajan zadatak!

K. Skala

IZLOŽBA MALE FORME U KERAMICI

Dragutin Gluhak (Dragec)

Galerija Instituta od 4. do 8. veljače 2003. godine



Dragutin Gluhak
(Dragec)

Izložba "Male forme u keramici" našla je svoj izložbeni prostor baš u Institutu "Ruđer Bošković" gdje je autor, gospodin Dragutin Gluhak - Dragec, radio preko tri decenije. Kao elektroničar sudjelovao je u izgradnji, a zatim i u eksploataciji zagrebačkog ciklotrona 16MeV. Nadalje, sudjelovao je, kao animator, niz godina u radu Galerije Instituta. Izložbu su osmislile i dovele u život tri dobre vile, dame, kolegice - Gruda, Dunja i Ivančica kao rođendanski poklon autoru. Dragec je stekao zanatske likovne spoznaje i znanja o glini, njenom oblikovanju i modeliranju, a prema potrebi autorovog opredjeljenja kao primarni ili sekundarni materijal, na Likovnom, centru u Zagrebu u klasama: keramike Višnje Markovinović, akad. slikarice, i kiparstva Nikole Pečka, akad. kipara. Tu je Dragec razvijao svoj umjetnički senzibilitet i sazrijevao do svoga likovnog uspona uz još mnoge polaznike Likovnog centra, koji su danas već vrsni umjetnici. Oni se zasluženo mogu ponositi dobivenim pohvalama, počasnim diplomama i nagradama. Još u doba skućenog keramičkog prostora Likovnog centra, onda lociranog na Pantovčaku 87 u Zagrebu, a bez keramičkog tržišta za materijale, alate i peći, Dragec je, ne smije biti zaboravljeno, odigrao vrlo značajnu ulogu. Bila je to njegova nesebična, inventivna i perfektna izrada keramičkih alata u metalu, drvu, plastici i gumi, a o čarobnim zahvatima na električnim keramičkim pećima da se i ne govori. Glina je, kao što sam autor kaže, njegov mnogostrani medij, u tu materiju uložio je svoju strpljivost, vrijeme, rad bez žurbe i kreativnost. U radosti i boli rezultata dokučio je spoznaju stvaranja. Stalno tražeći, ispituje, pronalazi i oblikuje. Iskonski duboka je njegova ljubav za glinu, on je prenosi na potomstvo, na svoju unuku Teu sada već studenticu keramike u North Caroline, S.A.D. Da li je sve počelo samo kao igra s glinom za malu djevojčicu, ili su to geni? U svakom slučaju u početku bijaše glina. Dugačak je put do likovno individualnog odgovornog rješenja. Dragec je prihvatio i prošao taj put. Iako su dimenzije ovih eksponata male, nabijene su veličinom razmišljanja, rada, istraživanja i kreativnosti naboja. Vjerujući prvenstveno u svoju slojevitú konstrukciju autor je viziju metodički, precizno i znalački iznjedrio u keramičke forme. Te fluidne forme u formi sa svojim unutarnjim prostorima i prodorima plijene naš optički senzibilitet, pa gubimo realnost malih dimenzija i obuhvaća nas njihova monumentalnost. Podatljiva materija uhvaćena je u najboljem momentu svoga stanja i zauvijek ukrućena. U rukama našeg darovitog autora razigranost i živost ovih napetih keramičkih forma - golih ili glaziranih izrasle iz jednostavnosti praoblika, nameću svoju dominaciju u vremenu i prostoru.

PIŠE: VIŠNJA MARKOVINOVIĆ

FOTOGRAFIJE: JOSIP UHRL

